


CERAMICS FOAMED BODY AND ITS MANUFACTURING METHOD**Publication number:** JP2002037680 (A)**Publication date:** 2002-02-06**Inventor(s):** KATO TAKAYUKI**Applicant(s):** YAZAKI CORP**Classification:**

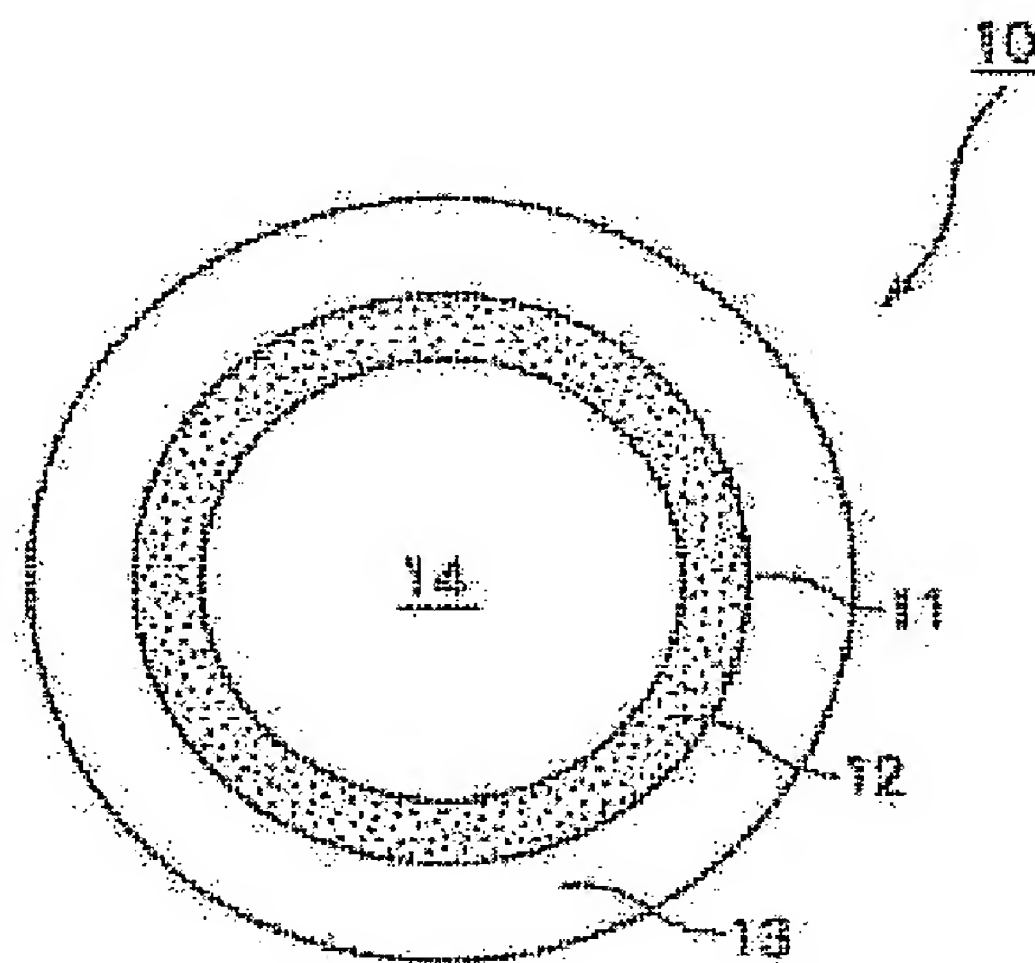
- international: *B09B3/00; B01J2/00; B01J2/28; B01J13/02; B32B5/18; C04B14/02; C04B18/02; C04B18/08; C04B38/00; B09B3/00; B01J2/00; B01J2/28; B01J13/02; B32B5/18; C04B14/02; C04B18/00; C04B18/04; C04B38/00; (IPC1-7): C04B38/00; B01J2/00; B01J2/28; B09B3/00; C04B14/02; C04B18/08*

- European: *B01J13/02; B32B5/18; C04B18/02L; C04B18/08B*

Application number: JP20000226842 20000727**Priority number(s):** JP20000226842 20000727**Also published as:**
 US2002012796 (A1)

 US6610359 (B2)
Abstract of JP 2002037680 (A)

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a ceramics foamed body and its manufacturing method which can form a high purity ceramic shell on a fly ash surface in two layers. **SOLUTION:** The fly ash 11 containing impurity 12, which is coated the surface with the alumina slurry of a composition based on a particle design is made into pellet then fired. The surface of the fly ash 13 becomes inside outside bilayer. In a firing step, the temperature is raised from room temperature to 1450 deg.C at the rate of 5 deg.C per minute. After keeping the temperature at 1450 deg.C for 3 hours, gradually cooling it to become room temperature at the rate of 5 deg.C per minutes. By this firing means, an internal hollow ceramic foamed body 10 consisting of high purity and high quality inside out side bilayer is obtained so that the impurity in the fly ash 11 is avoided from fusing by moving into the alumina slurry of the outside layer.



10: セラミックス発泡体

11: フライアッシュ

12: 不純物

13: セラミックス殻

14: 中空部

Data supplied from the esp@cenet database — Worldwide

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2002-37680
(P2002-37680A)

(43)公開日 平成14年2月6日(2002.2.6)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
C 0 4 B 38/00	3 0 4	C 0 4 B 38/00	3 0 4 Z 4 D 0 0 4
B 0 1 J 2/00		B 0 1 J 2/00	B 4 G 0 0 4
2/28		2/28	4 G 0 1 9
B 0 9 B 3/00	Z A B	C 0 4 B 14/02	B
		18/08	B
審査請求 未請求 請求項の数5 O L (全 5 頁) 最終頁に続く			

(21)出願番号 特願2000-226842(P2000-226842)

(22)出願日 平成12年7月27日(2000.7.27)

(71)出願人 000006895

矢崎総業株式会社

東京都港区三田1丁目4番28号

(72)発明者 加藤 孝幸

静岡県裾野市御宿1500 矢崎部品株式会社
内

(74)代理人 100075959

弁理士 小林 保 (外1名)

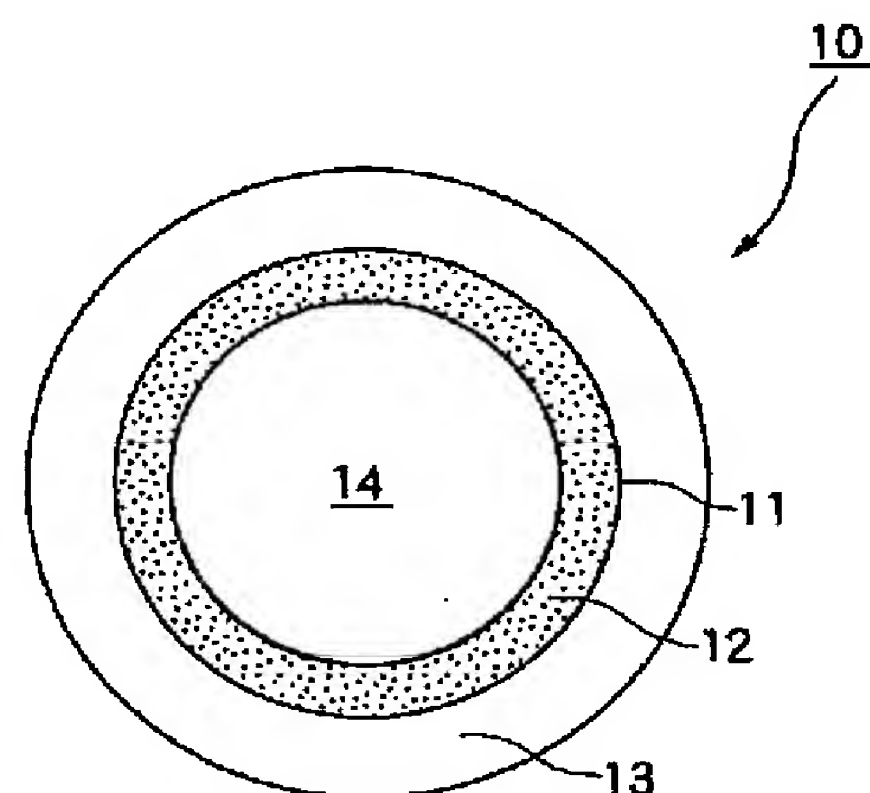
Fターム(参考) 4D004 AA37 AC04 BA02 CA30 CA32
CA45 CA50 CB31 CC02 CC20
DA02 DA03 DA06 DA12 DA20
4G004 BA00 NA01
4G019 AA02 GA02

(54)【発明の名称】 セラミックス発泡体およびその製造方法

(57)【要約】

【課題】 フライアッシュ表面層に高純度のセラミックス殻を内外二層に成形できるセラミックス発泡体およびその製造方法を提供する。

【解決手段】 不純物12を含むフライアッシュ11の表面に粒子設計に基づく組成のアルミナスラリをコーティングして造粒・焼成後、そのフライアッシュ11の表面がセラミックス殻13で覆われた内外二層からなり、焼成工程において、焼成炉中にて高温加熱する温度を1450℃付近に設定し、室温からその1450℃に達するまで毎分5℃の加熱速度で漸次温度上昇させ、1450℃に達した段階で3時間保持後、室温になるまで毎分5℃の冷却速度でもって徐冷する。そうした焼成方法によって、フライアッシュ11中の不純物12が外層のアルミナスラリに移行して融合するのを避けられ、高純度で高品質の内外二層からなる内部中空のセラミックス発泡体10を得る。



10：セラミックス発泡体
11：フライアッシュ
12：不純物
13：セラミックス殻
14：中空部

【特許請求の範囲】

【請求項1】 不純物を含むフライアッシュの表面にアルミナスラリをコーティングして造粒・焼成後のフライアッシュの表面がセラミックス殻で覆われた内外二層からなっていることを特徴とするセラミックス発泡体。

【請求項2】 不純物を含むフライアッシュの表面にアルミナスラリをコーティングして造粒後、焼成炉中にて高温加熱して所定温度に達した段階でその所定温度に数時間保持したのち室温まで徐冷する一連の焼成工程によって、前記フライアッシュ内部に前記不純物を封じ込めて外部に移行しないようにすることで、そのフライアッシュの表面をセラミックス殻で覆って内外二層に成形することを特徴とするセラミックス発泡体の製造方法。

【請求項3】 前記焼成工程において、焼成炉中にて高温加熱する前記所定温度を1450℃付近に設定し、室温からその所定温度に達するまで毎分5℃の加熱速度で漸次温度上昇させ、所定温度に達した段階で3時間保持後、室温になるまで毎分5℃の冷却速度でもって徐冷することを特徴とする請求項2に記載のセラミックス発泡体の製造方法。

【請求項4】 前記焼成工程において、焼成炉中に毎分100ミリ・リットルの空気を送り込むことを特徴とする請求項2または3に記載のセラミックス発泡体の製造方法。

【請求項5】 前記アルミナスラリの組成が、酸化アルミニウム65～70重量部に対して、分散剤としてポリカルボン酸アンモニウム2～3重量部、結合剤としてアクリルエマルジョン2～3重量部、イオン交換体25～30重量部であることを特徴とする請求項2、3または4に記載のセラミックス発泡体の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、火力発電所などから排出されるフライアッシュ、また製紙工場から排出されるパルプスラッジを主要原料にして、コンクリート用軽量骨材などに適用されるセラミックス発泡体およびその製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】ボイラ燃料に石炭を用いる火力発電所では、大量のフライアッシュが産業廃棄物として排出される。近年、そうしたフライアッシュは建設資材のコンクリート用セラミックス骨材などとして有効利用されているが、パルプスラッジなどととも当面枯渇の心配がない膨大な再利用資源として、なお一層の活用が望まれている。

【0003】従来、フライアッシュ表面層に酸化アルミニウム（アルミナ： Al_2O_3 ）などの粉体を結合させて焼成することにより、中空粒体のセラミックス発泡体を製造するものに関しては、たとえば特開平10-297977号公報に記載の技術がある。

【0004】図3（a）、（b）は、かかる公報記載の製造方法で得られたセラミックス発泡体1を模式的に示している。図3（a）に示すように、 Fe_2O_3 などの不純物3を含むフライアッシュ2の表面層に Al_2O_3 、 MgO 、 SiO_2 などのセラミックス粉体4をコーティングして造粒し、セラミックス粉体層を形成する。造粒後の次の焼成工程において1100～1300℃で焼成することにより、低比重で高強度のセラミックス発泡体を製造する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】ところで、従来例として示された上記公報記載の製造方法の場合、得られたセラミックス発泡体1は次の問題点がある。

【0006】フライアッシュ2の表面層にセラミックス粉体4をコーティングして造粒後に焼成すると、図3

（b）に模式的に示すように、その焼成によってフライアッシュ2中の上記不純物（ Fe_2O_3 ）3などがセラミックス粉体4に移行して融合してしまう。結果、フライアッシュ2の表面層を高純度のセラミックス殻で覆って内外二層からなる中空粒体の、当初計画された所望のセラミックス発泡体1を生成することができない。

【0007】したがって、本発明の目的は、フライアッシュ表面層に高純度のセラミックス殻を内外二層に成形できる高品質のセラミックス発泡体およびその製造方法を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明にかかる請求項1に記載のセラミックス発泡体は、不純物を含むフライアッシュの表面にアルミナスラリをコーティングして造粒・焼成後のフライアッシュの表面がセラミックス殻で覆われた内外二層からなっていることを特徴とする。

【0009】以上の構成により、得られたセラミックス発泡体としては、内層のフライアッシュの表面に外層のセラミックス殻が高純度で被膜された品質良好な中空粒体として成形される。

【0010】また、本発明にかかる請求項2に記載のセラミックス発泡体の製造方法は、不純物を含むフライアッシュの表面にアルミナスラリをコーティングして造粒後、焼成炉中にて高温加熱して所定温度に達した段階でその所定温度に数時間保持したのち室温まで徐冷する一連の焼成工程によって、前記フライアッシュ内部に前記不純物を封じ込めて外部に移行しないようにすることで、そのフライアッシュの表面をセラミックス殻で覆って内外二層に成形することを特徴とする。

【0011】以上の製造方法によって、焼成工程の温度管理を上述のように設定することにより、フライアッシュ中に含まれる不純物が外側にコーティングされているアルミナスラリに移行して融合することが避けられ、不純物がフライアッシュ内部に封じ込められた状態にな

る。結果、そのフライアッシュの表面にセラミックス殻を均一に成形した内外二層からなる中空粒体のセラミックス発泡体を得ることができる。

【0012】請求項3のセラミックス発泡体の製造方法は、前記焼成工程において、焼成炉中にて高温加熱する前記所定温度を1450℃付近に設定し、室温からその所定温度に達するまで毎分5℃の加熱速度で漸次温度上昇させ、所定温度に達した段階で3時間保持後、室温になるまで毎分5℃の冷却速度でもって徐冷することを特徴とする。

【0013】以上の製造方法によって、焼成工程においてたとえば1450℃に高温加熱して3時間保持するまでの前工程での昇温を毎分5℃で漸次加熱し、3時間保持後の後工程での降温を毎分5℃で徐冷する焼成方法を採用することで、フライアッシュ中の不純物が外層のアルミナスラリに移行して融合するのを避けられる。

【0014】請求項4に記載のセラミックス発泡体の製造方法は、前記焼成工程において、焼成炉中に毎分100ミリリットルの空気を送り込むことを特徴とする。

【0015】以上の製造方法によって、加熱中の炉内に適量の空気を送り込むことで、アルミナスラリがセラミックス殻として生成される過程を有効に促進できる。

【0016】請求項5に記載のセラミックス発泡体の製造方法は、前記アルミナスラリの組成が、酸化アルミニウム65～70重量部に対して、分散剤としてポリカルボン酸アンモニウム2～3重量部、結合剤としてアクリルエマルジョン2～3重量部、イオン交換体25～30重量部であることを特徴とする。

【0017】以上の製造方法によって、アルミナスラリの組成を上記のように設定することで、分散剤のポリカルボン酸アンモニウムがアルミナスラリ粒子同士の凝集防止として作用し、結合剤のアクリルエマルジョンがアルミナ粉末の焼結補助として作用し、またイオン交換体がアルミナスラリの溶媒となるように作用することにより、粒子設計に基づく所望の中空粒体のセラミックス発泡体を得る。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明にかかるセラミックス発泡体およびその製造方法の実施の形態について、図面に基づいて詳細に説明する。

【0019】図1は、本実施の形態の製造方法によって得られたセラミックス発泡体10を模式的に示す断面図である。このセラミックス発泡体10を製造するうえで、主原料となるフライアッシュ11が準備され、酸化アルミニウム（アルミナ； Al_2O_3 ）をスラリ状にしたアルミナスラリが作成される。アルミナスラリとして作成することが従来例のアルミナ粉体と異なる点である。このアルミナスラリをフライアッシュ11の表面層にコーティングして造粒する。フライアッシュ11の表面にアルミナスラリを均一にコーティングするために、

アルミナスラリは次の組成となっている。

【0020】アルミナの粉体に、分散剤としてたとえばポリカルボン酸アンモニウムと、結合剤としてたとえばアクリルエマルジョンと、イオン交換水または有機溶剤などのイオン交換体を添加して、粒子設計に基づいたアルミナスラリを作成する。

【0021】酸化アルミニウム65～70重量部を好ましくは65重量部に対して分散剤として2～3重量部のポリカルボン酸アンモニウムを、好ましくは3重量部を添加する。ポリカルボン酸アンモニウムを添加することによって、アルミナスラリ中の酸化アルミニウム粒子の分散性が向上する。また、2～3重量部のアクリルエマルジョンを、好ましくは2重量部を添加する。このアクリルエマルジョンを添加することによって、酸化アルミニウムの焼結性が高められる。さらに、25～30重量部のイオン交換水を、好ましくは30重量部を添加して作成する。このイオン交換水の添加によって分散剤と結合剤がすべての酸化アルミニウム粉末球面に行き渡り、アルミナ層の形成を補助する。フライアッシュと酸化アルミニウムの重量比は2：3とする。

【0022】一方、次の乾燥工程では、かかる組成のアルミナスラリ・コーティング後に造粒したものを約25℃程度の乾燥温度でもって乾燥させる。次の焼成工程において、乾燥後の造粒体を電気炉による焼成炉中にて加熱焼成する。図2は、このときの焼成温度と焼成時間との相関を示すグラフである。焼成条件は以下のとおりである。

【0023】①普通、15～35℃の温度範囲とされる室温から1450℃付近、たとえば1350～1460℃の高温に達するまで造粒体を5℃/minの昇温速度で、つまり毎分5℃ずつ温度上昇させる緩やかな昇温速度で加熱する。

【0024】②造粒体の昇温温度が1450℃に達した段階でそのままの状態をおよそ3時間保持する。

【0025】③その後、その造粒体が室温（15～35℃）になるまで-5℃/minの降温速度で、つまり毎分5℃の降温速度で徐冷する。

【0026】すなわち、焼成時の加熱による昇温速度を5℃/minに設定することにより、造粒体は毎分5℃ずつといった緩やかな昇温速度で漸次1450℃まで加熱され、3時間保持後に室温まで毎分5℃の緩やかな降温速度で徐冷する。そうした焼成方法を採用することで、フライアッシュ11にアルミナスラリが融合することを回避できる。したがって、従来の製造方法のように、フライアッシュ11中の不純物12がアルミナスラリに移行して融合してしまうといった不都合が避けられ、高純度のセラミックス殻13をフライアッシュ11の表面層に形成でき、内外二層の中空粒体による品質良好なセラミックス発泡体10を成形することができる。

【0027】なお、本実施の形態の製造方法にあって

は、焼成工程において、エアをたとえば100ミリ・リットル/分(ml/min)で電気炉に送り込むようにすると、高温焼成時に粒子球面に気体不純物が付着しないといった作用が得られ、セラミックス殻13の生成をさらに有効に促進させることができる。

【0028】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1に記載のセラミックス発泡体は、得られたセラミックス発泡体としては、内層のフライアッシュの表面に外層のセラミックス殻が高純度で被膜された品質良好な中空粒体として

【0029】また、本発明にかかる請求項2に記載のセラミックス発泡体の製造方法は、焼成工程の温度管理を好適に設定することにより、フライアッシュ中に含まれる不純物が外側にコーティングされているアルミナスラリに移行して融合することが避けられ、不純物がフライアッシュ内部に封じ込められた状態になる。結果、そのフライアッシュの表面にセラミックス殻を均一に成形した内外二層からなる中空粒体のセラミックス発泡体を得ることができる。

【0030】請求項3のセラミックス発泡体の製造方法は、たとえば1450℃に高温加熱して3時間保持する前後の昇温を毎分5℃で漸次加熱しかつ降温を毎分5℃で徐冷する焼成方法を採用することで、フライアッシュ中の不純物が外層のアルミナスラリに移行して融合するのを避けられる。

【0031】請求項4に記載のセラミックス発泡体の製*

* 造方法は、加熱中の炉内に適量の空気を送り込むことで、アルミナスラリがセラミックス殻として生成される過程を有効に促進できる。

【0032】請求項5に記載のセラミックス発泡体の製造方法は、アルミナスラリの組成を粒子設計に基づいて設定することで、分散剤のポリカルボン酸アンモニウムが酸化アルミニウム粉末の凝集防止として作用し、結合剤のアクリルエマルジョンが焼結時の酸化アルミニウム粒子の結合を促進させ、またイオン交換体が酸化アルミニウム粉末と2つの添加剤の溶媒となるように作用することにより、所望のセラミックス発泡体を得るのに好都合となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明にかかる実施の形態による製造方法で得られたセラミックス発泡体を模式的に示す断面図である。

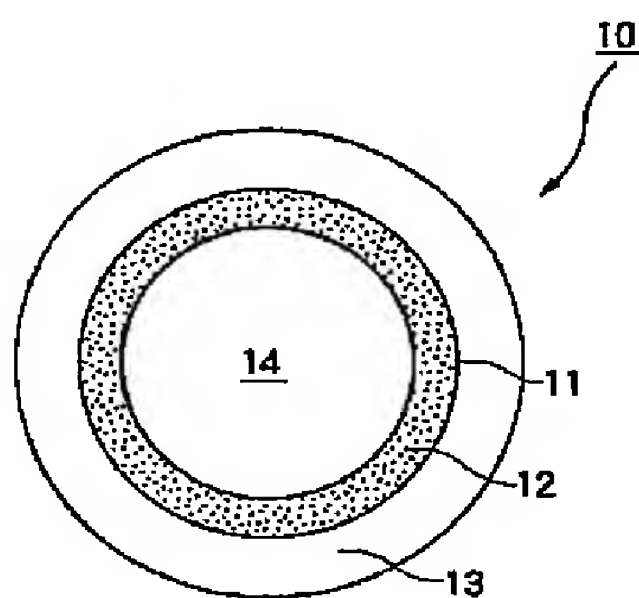
【図2】本実施の形態において焼成温度と焼成時間との相関を示すグラフである。

【図3】同図(a)，(b)は、従来例のセラミックス発泡体の製造方法で得られる焼成前と焼成後の二態を示すそれぞれの断面図である。

【符号の説明】

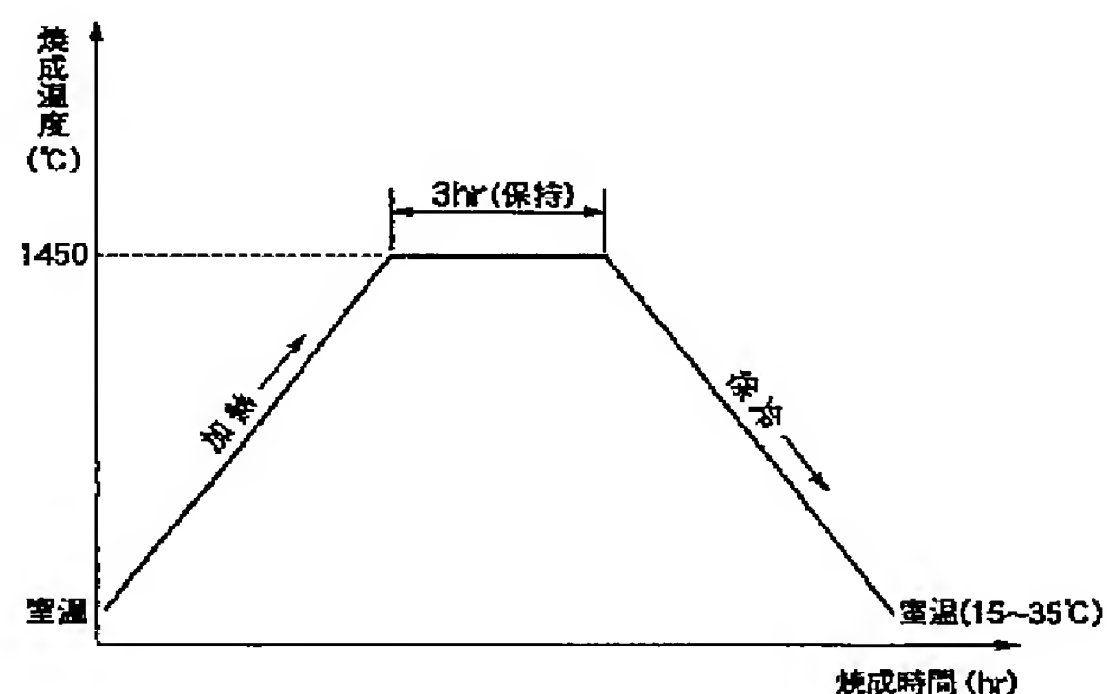
10	セラミックス発泡体
11	フライアッシュ
12	不純物
13	セラミックス殻
14	中空部

【図1】

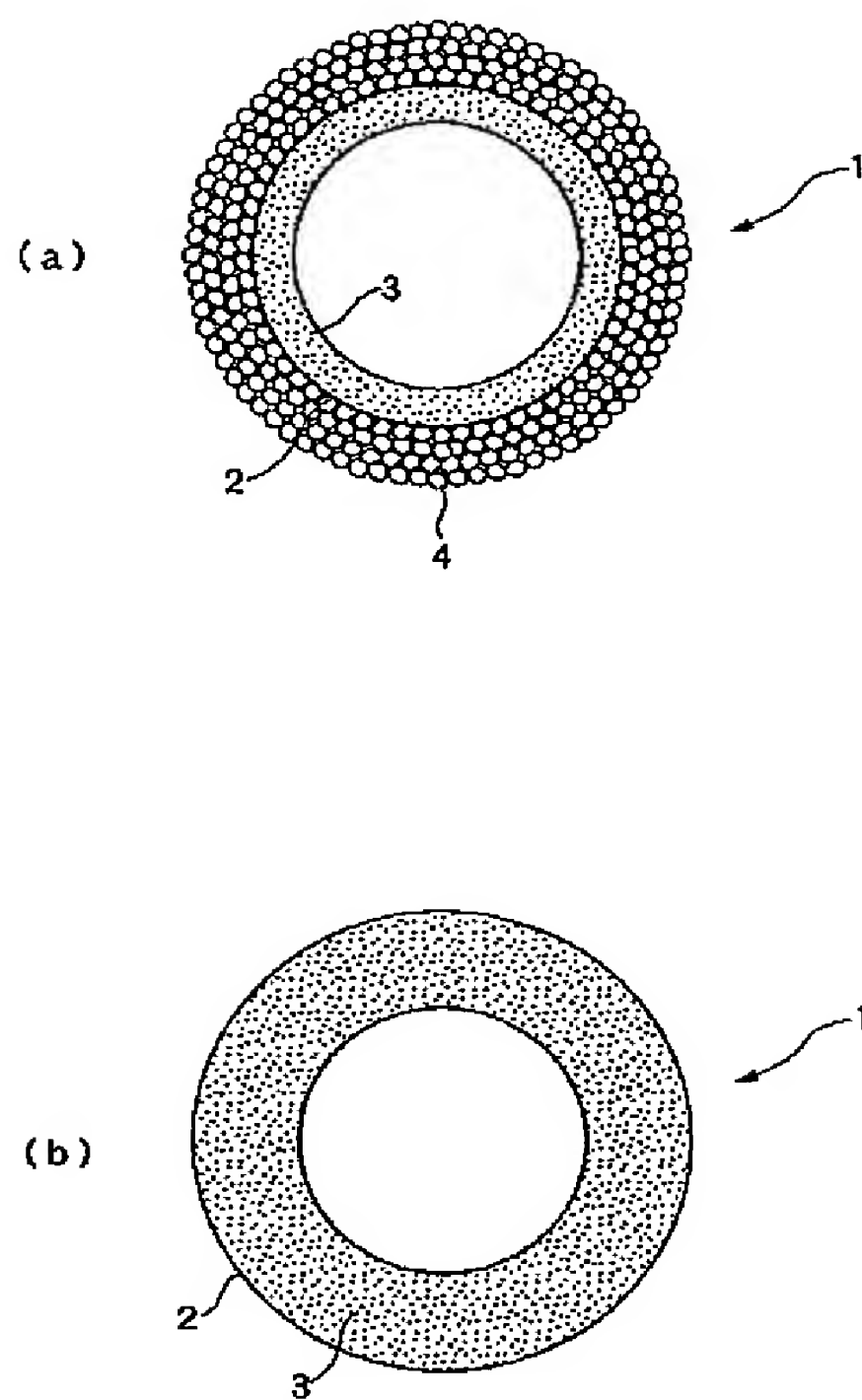


- 10：セラミックス発泡体
11：フライアッシュ
12：不純物
13：セラミックス殻
14：中空部

【図2】



【図3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷
C 0 4 B 14/02
18/08

識別記号

F I
B 0 9 B 3/00

テーマコード(参考)

Z A B
3 0 3 L

English Translation-in-part of
Japanese Unexamined Patent Publication No. 037680/2002

[Title of the Invention]

A cellular porous medium and its manufacturing method

[Claim 1] A cellular porous medium characterized by comprising two layers consisting of an inside and an outside layers, wherein on surface of fly ash containing an impurity, alumina slurry is coated, the surface of the fly ash after granulating and sintering is covered with a ceramic husk.

[Claim 2] A method for manufacturing a cellular porous medium characterized in that by a series of sintering processes which after coating and granulating alumina slurry on surface of fly ash containing an impurity, heating at high temperature in a sintering oven, and after keeping prescribed temperature for several hours at a stage reached the prescribed temperature, cooling slowly to a room temperature, the impurity is confined inside of the fly ash so that the impurity does not transfer to outside, thereby forming two layers consisting of an inside and an outside layers by covering the surface of the fly ash with a ceramic husk.

[Claim 3] The method for manufacturing the cellular porous medium according to Claim 2, characterized by, in the sintering process, setting the prescribed temperature heating at high temperature in the sintering oven to around 1450°C, rising temperature gradually with a heating rate at 5°C/min. until it reaches the prescribed temperature from a room temperature, after 3-hour maintenance at a stage reached

the prescribed temperature, cooling slowly with a cooling rate at 5°C/min. until it becomes a room temperature.

[0001]

[Field of the Invention] The present invention relates to a cellular porous medium applied to the lightweight aggregate for concretes, etc., in which the main materials are fly ash emitted from a thermal power plant etc., or pulp sludge emitted from a paper mill, and a manufacturing method for the same.

[0008]

[Means for Solving the Problem] In order to achieve the above-mentioned objects, the a cellular porous medium according to Claim 1 concerning the present invention is characterized by comprising two layers consisting of an inside and an outside layers, wherein on surface of fly ash containing an impurity, alumina slurry is coated, the surface of the fly ash after granulating and sintering is covered with a ceramic husk.

[0009] By the above constitution, as the obtained cellular porous medium, a good quality hollow particle body is formed in which the high purity ceramic husks of the outer layer are coated on the surface of the fly ash of the inner layer.

[0010] The method for manufacturing the cellular porous medium according to Claim 2 concerning the present invention is characterized in that by a series of sintering processes which after coating and granulating alumina slurry on surface of fly ash containing an impurity, heating at high temperature in a sintering oven, and after

keeping prescribed temperature for several hours at a stage reached the prescribed temperature, and cooling slowly to a room temperature, the impurity is confined inside of the fly ash so that the impurity does not transfer to outside, thereby forming two layers consisting of an inside and an outside layers by covering the surface of the fly ash with a ceramic husk.

[0012] The method for manufacturing the cellular porous medium according to Claim 3 is characterized by, in the sintering process, setting the prescribed temperature heating at high temperature in the sintering oven to around 1450°C, rising temperature gradually with a heating rate at 5°C/min. until it reaches the prescribed temperature from a room temperature, after 3-hour maintenance at a stage reached the prescribed temperature, cooling slowly with a cooling rate at 5°C/min. until it becomes a room temperature.

[0013] According to the above method for manufacture, by adopting the sintering method that heating gradually with a heating rate at 5°C/min. as the rise of temperature at the former process that heating to high temperature for example 1450°C until maintaining 3 hours in sintering process, and cooling slowly with a cooling rate at 5°C/min. as depress of temperature at the latter process after 3 hour maintenance, it is avoidable that an impurity in the fly ash transfers to the alumina slurry of the outer layer and fuses.

[0020] Adding for example ammonium polycarboxylate as a dispersing agent, for example acrylic emulsion as a binding agent, and ionic exchangers, such as ion exchange water or organic solvent to the

granular material of alumina, alumina slurry based on a particle design is prepared.

[0021] To 65 to 70 parts, preferably 65 parts by weight of aluminum oxide, 2 to 3 parts, preferably 3 parts by weight of ammonium polycarboxylate as a dispersing agent is added. By adding ammonium polycarboxylate, dispersibility of the aluminum oxide particles in alumina slurry is improved. In addition, 2 to 3 parts, preferably 2 parts by weight of the acrylic emulsion is added. By adding this acrylic emulsion, the sintering property of an aluminum oxide is improved. Furthermore, 25 to 30 parts, preferably 30 parts by weight of the ion exchange water is added and prepared. By addition of this ion exchange water, the dispersing agent and the binding material spread to a sphere surface of the aluminum oxide powder, and formation of an alumina layer is assisted. The weight ratio of fly ash and aluminum oxide is set to 2 : 3.

[0022] On the other hand, in the subsequent drying process, the alumina slurry granulated after coating is dried with drying temperature of about 25°C. In the following sintering process, the granulated body after drying is sintered with heating in an electric oven as sintering oven. Figure 2 is a graph showing a correlation with the sintering temperature and sintering time under the above condition. The sintering condition is as follows.

[0023] 1) Normally, the granulated body is heated with the gradual heating with heating rate of 5°C/min. from a room temperature ranging within 15-35°C to reach high temperature of around 1450°C, for example 1350-1460°C, that is, the temperature rises with 5°C per minute.

[0024] 2) In the stage when temperature of the granulated body reaches 1450°C, the state is maintained for about 3 hours.

[0025] 3) After that, the temperature is cooled slowly with depressing rate of -5°C/min. till the granulated body being a room temperature (15-35°C), that is, the temperature is cooled slowly with 5°C per minute.

[0026] Namely, by setting the heating rate according to heating during sintering 5°C/min., the granulated body is gradually heated to 1450°C with gradual heating rate of 5°C per minute, and is cooled slowly with gradual depressing rate of to 5°C per minute to a room temperature after 3-hour maintenance. By adopting such a sintering method, it is avoidable that alumina slurry fuses with the fly ash 11. Thus, the inconvenience is avoided that the impurity 12 in the fly ash 11 transfers to alumina slurry and fuses like the conventional manufacturing method. The high purity ceramic husks 13 can be formed on the surface layer of the fly ash 11, and the cellular porous medium 10 with good quality according to the hollow particle body with two layers consisting of an inner and an outer layers is formed

[0027] In the manufacturing method of the Embodiment, in the sintering process, if feeding air into the electric oven with 100 ml/min., the function that a gas impurity does not adhere to a sphere surface of a particle during high temperature sintering is obtained, thereby formation of the ceramic husks 13 can be promoted more effectively.

[0028]

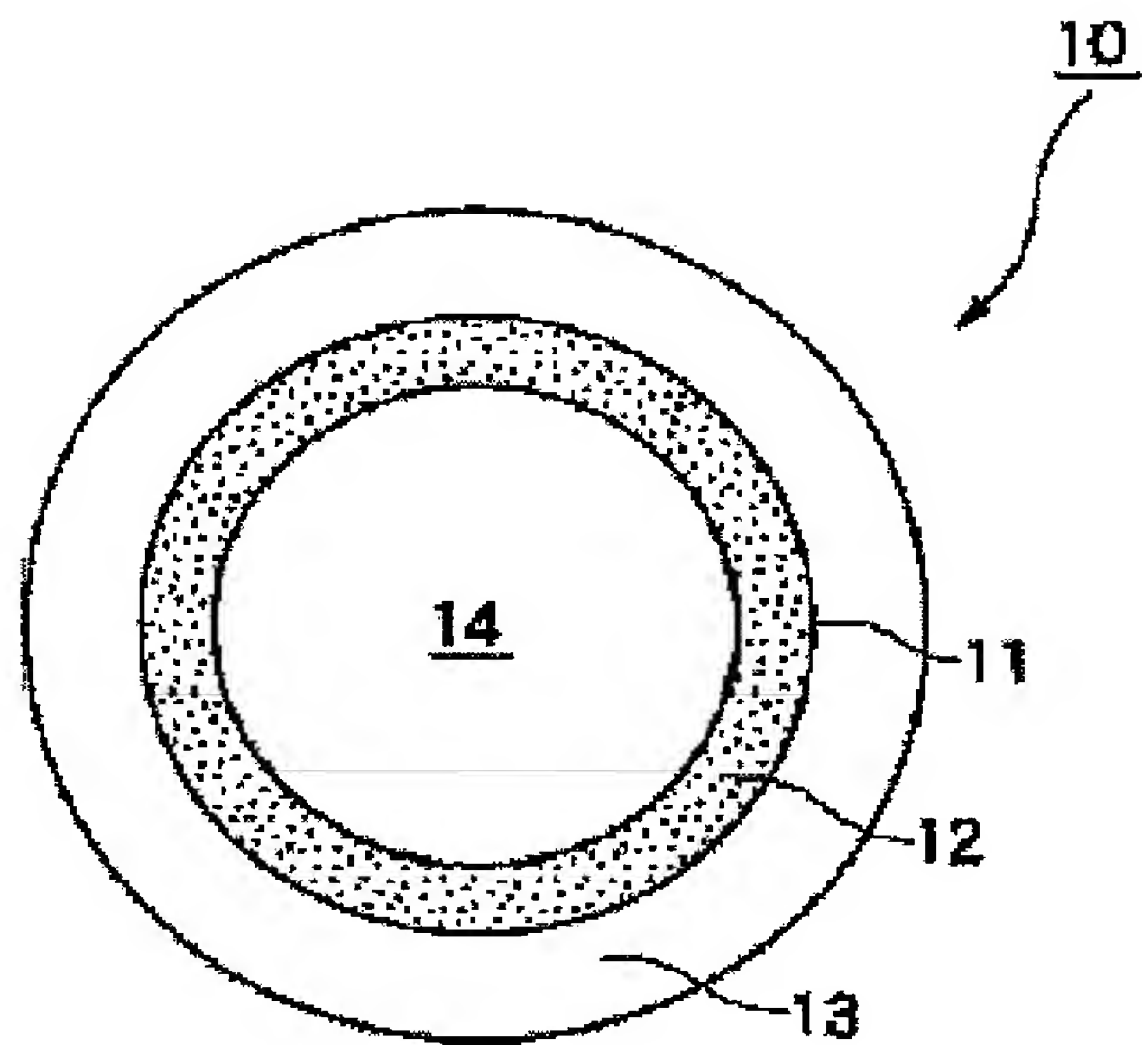
[Effect of the Invention] As explained above, according to the cellular porous medium of Claim 1, as the obtained cellular porous medium, a good quality hollow particle body is formed in which the

ceramic husks of the outer layer with high purity are coated on the surface of the fly ash of the inner layer.

[0029] According to the method for manufacturing the cellular porous medium according to Claim 2 of the present invention, by suitably setting the temperature control of the sintering process, it is avoidable that an impurity in the fly ash transfers to the alumina slurry coated outside and fuses, and the impurity is confined in the inside of fly ash. As a result, the cellular porous medium of the hollow particle body comprising two layers consisting of an inside and an outside layers in which the ceramic husks is formed homogeneously on the surface of the fly ash can be obtained.

[0030] According to the method for manufacturing the cellular porous medium according to Claim 3, by adopting the sintering method in which gradually heating up to high temperature for example 1450°C with a heating rate at 5°C/min., cooling slowly with a cooling rate at 5°C/min. before and after 3-hour maintenance, it is avoidable that an impurity in the fly ash transfers to the alumina slurry of the outer layer and fuses.

[Figure 1]



10 cellular porous medium

11 fly ash

12 impurity

13 ceramic husk

14 hollow part